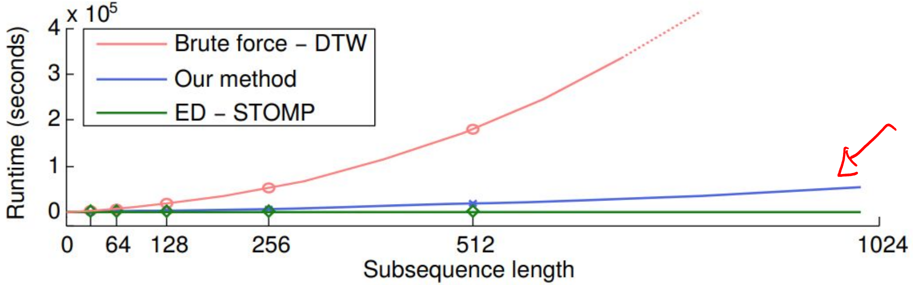
Análise de séries temporais

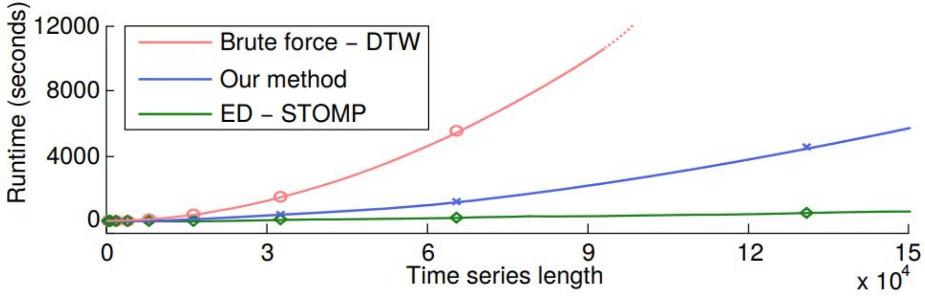
por similaridade e alinhamento não linear com Dynamic Time Warping

MP com DTW

$O(\ell n^2)$
$O(\ell^2 n^2) \Rightarrow$ problema: ℓ costuma ser grande

A primeira tentativa foi adaptar o UCR-USP Suite (com PSI)





Silva, D. F., & Batista, G. E. (2018, December). Elastic time series motifs and discords. In 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA) (pp. 237-242). IEEE.

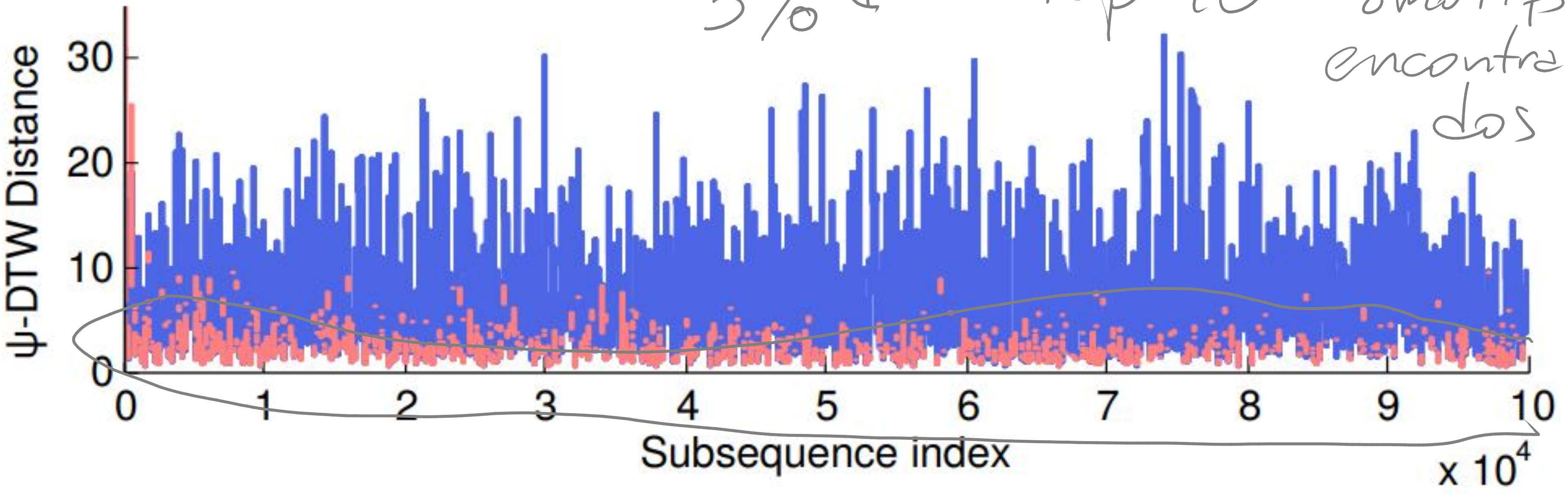
MP com DTW

Mais lento, mas muito mais significativo

- Tende a achar padrões menos “flat”
- Não assume como discord uma subsequência com vizinho próximo, mas com pequeno *warping*
- Não descarta motif por conta de prefixos e sufixos

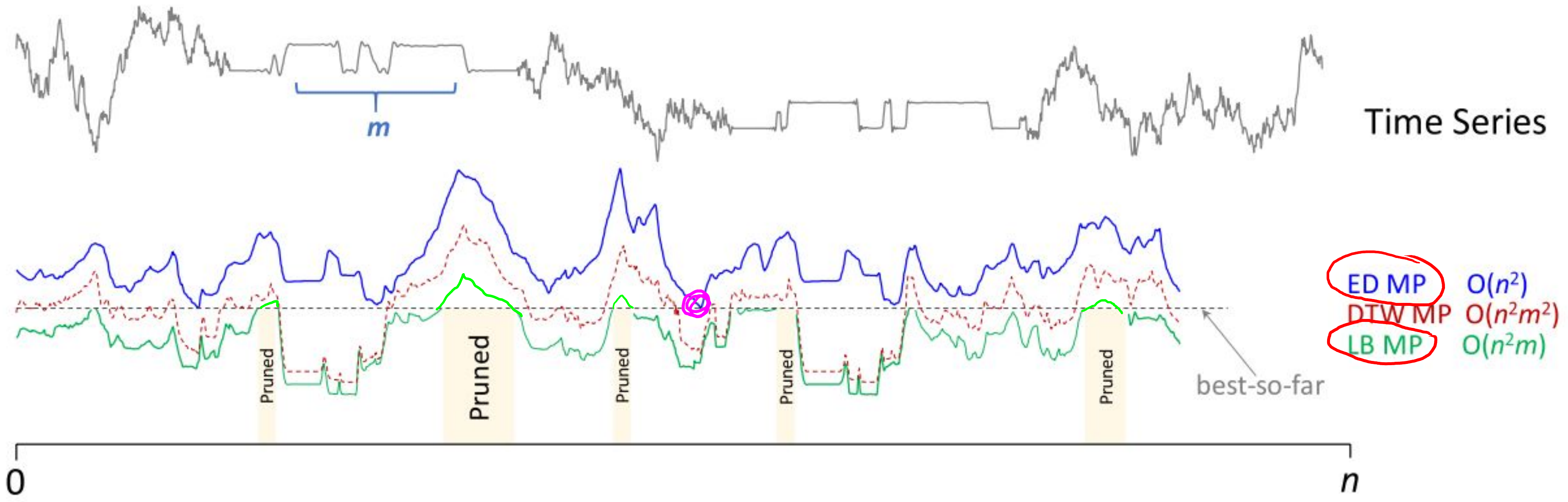
MP com DTW - mais eficiente para motifs

5% ← top-10 → 8 motifs encontra-dos



Silva, D. F., & Batista, G. E. (2018, December). Elastic time series motifs and discords. In 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA) (pp. 237-242). IEEE.

MP com DTW - mais eficiente para motifs



Alaee, S., Mercer, R., Kamgar, K., & Keogh, E. (2021). Time series motifs discovery under DTW allows more robust discovery of conserved structure. Data Mining and Knowledge Discovery, 35(3), 863-910.

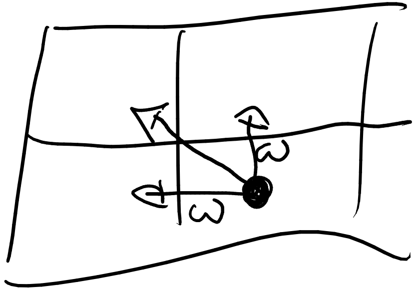
Outras variações

Weighted Slope DTW

Adicionamos um peso aos passos “não-diagonais”

$\omega > 1$

$$dtw(i,j) = c(x_i, y_j) + min \begin{cases} dtw(i-1, j) \cdot w \\ dtw(i, j-1) \cdot w \\ dtw(i-1, j-1) \end{cases}$$



Também é possível fazer outros tipos de ponderação

Derivative DTW

A princípio, DTW deveria “casar formatos”. Mas, na prática, casa pontos.

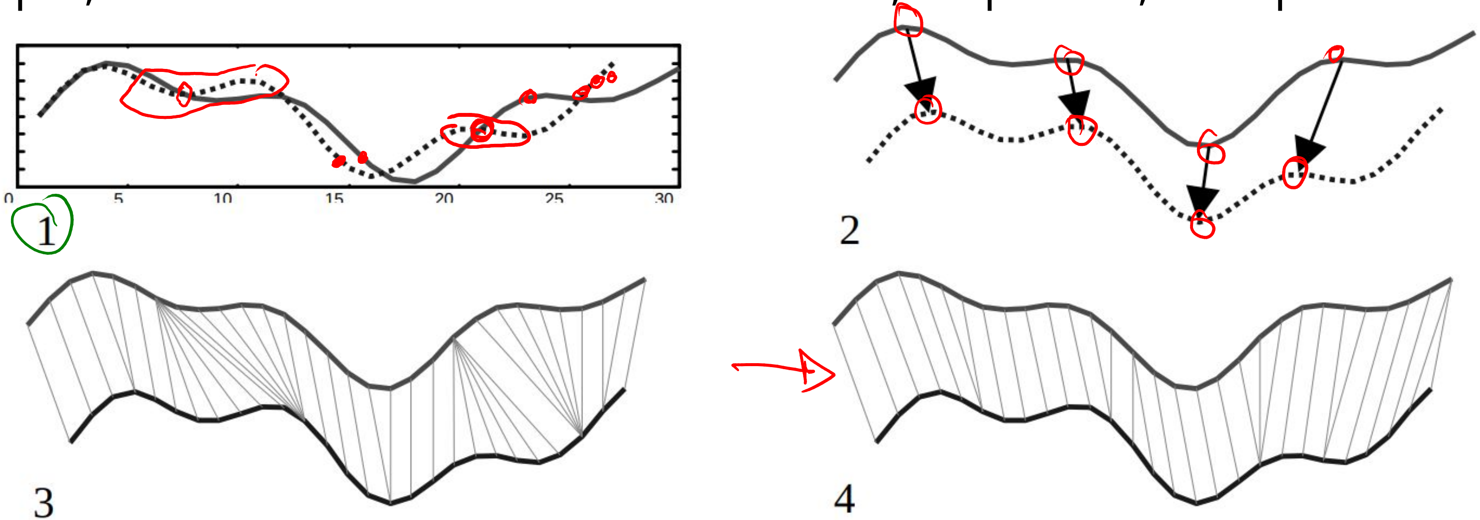


Figure 6: 1) Two artificial signals. **2)** The intuitive feature to feature warping alignment. **3)** The alignment produced by classic DTW. **4)** The alignment produced by DDTW.

Keogh, E. J., & Pazzani, M. J. (2001, April). Derivative dynamic time warping. In Proceedings of the 2001 SIAM international conference on data mining (pp. 1-11). Society for Industrial and Applied Mathematics.

Derivative DTW

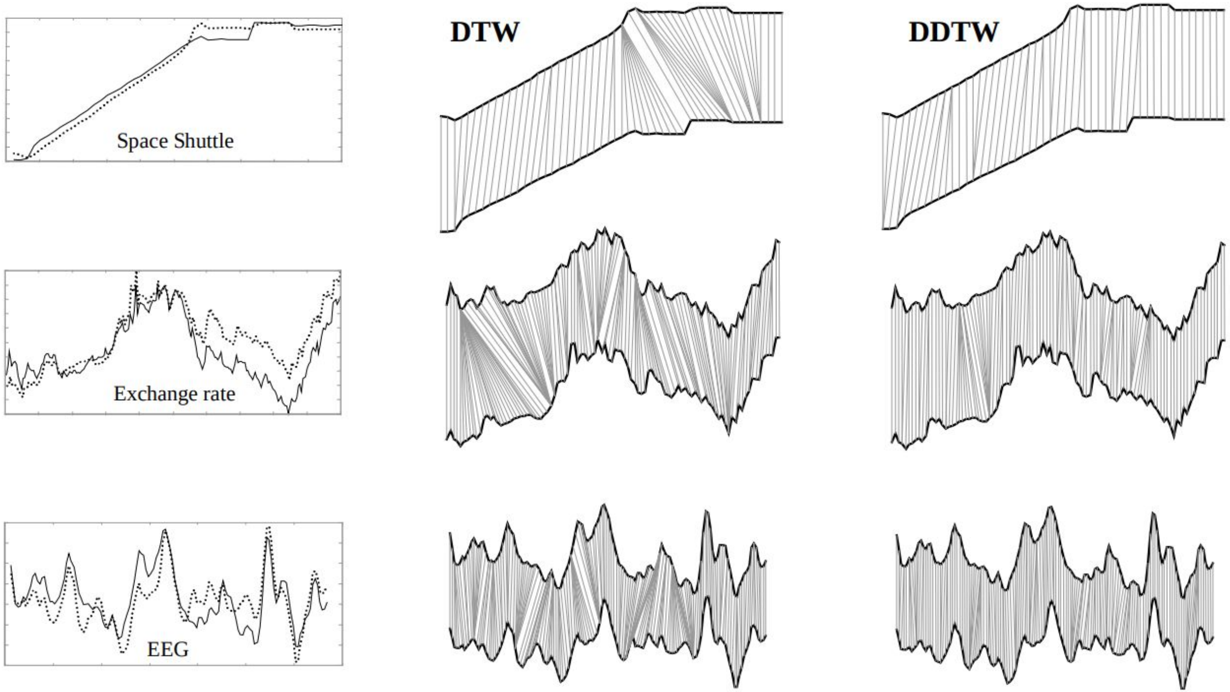
A DDTW apenas estima a derivativa antes de fazer o alinhamento:

$$D_x[q] = \frac{(q_i - q_{i-1}) + (q_{i+1} - (q_{i-1}))/2}{2}$$

Keogh, E. J., & Pazzani, M. J. (2001, April). Derivative dynamic time warping. In Proceedings of the 2001 SIAM international conference on data mining (pp. 1-11). Society for Industrial and Applied Mathematics.

Derivative DTW

+ exemplos



Keogh, E. J., & Pazzani, M. J. (2001, April). Derivative dynamic time warping. In Proceedings of the 2001 SIAM international conference on data mining (pp. 1-11). Society for Industrial and Applied Mathematics.

Metric DTW

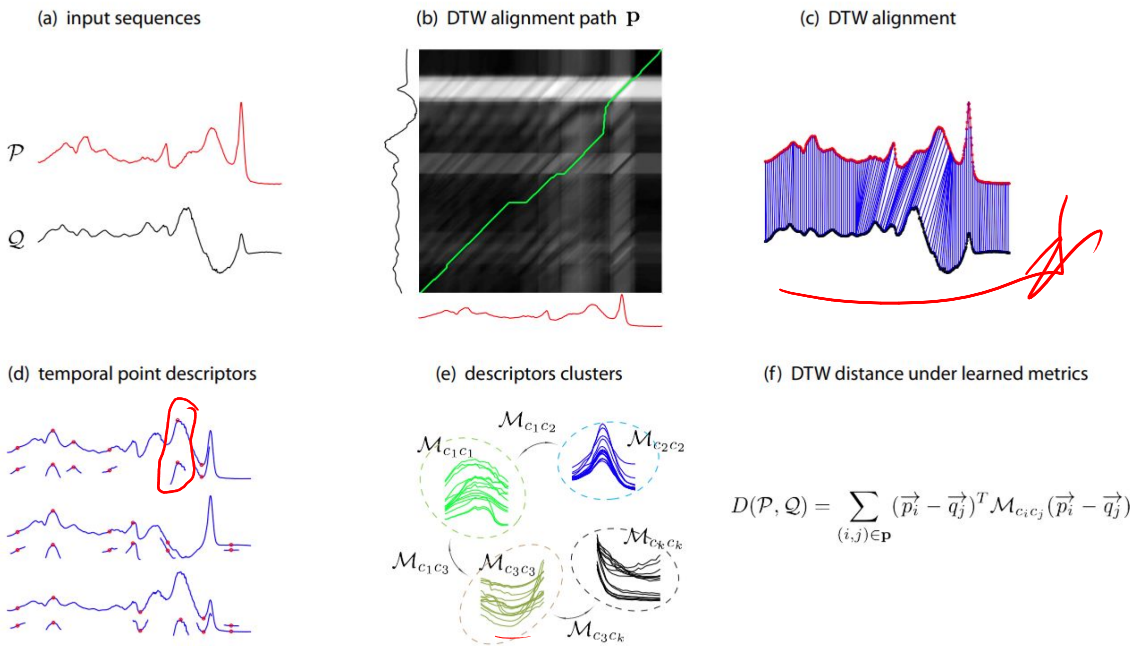
Metric learning

Mas o que exatamente são “shapes” que deveriam casar?

- Talvez dependa do domínio.
- Podemos aprender com os próprios dados, então?
- Alguns trabalhos propõem aprender uma medida para substituir a euclidiana como custo

Metric DTW

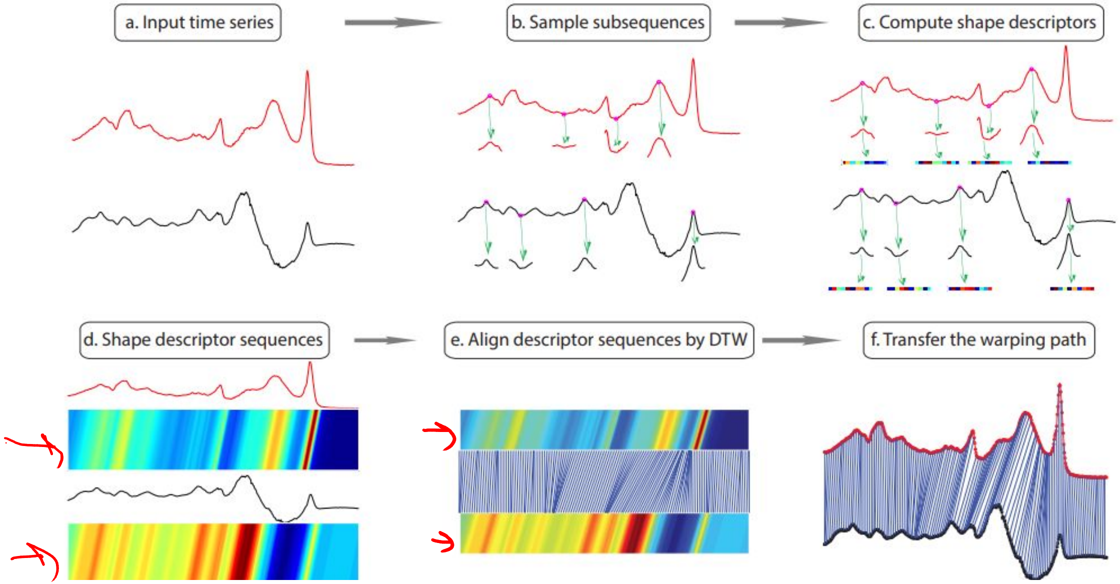
$c(x_i, y_j) = (x_i - y_j)^2$



Zhao, J., Xi, Z., & Itti, L. (2016). metricDTW: local distance metric learning in Dynamic Time Warping. arXiv preprint arXiv:1606.03628.

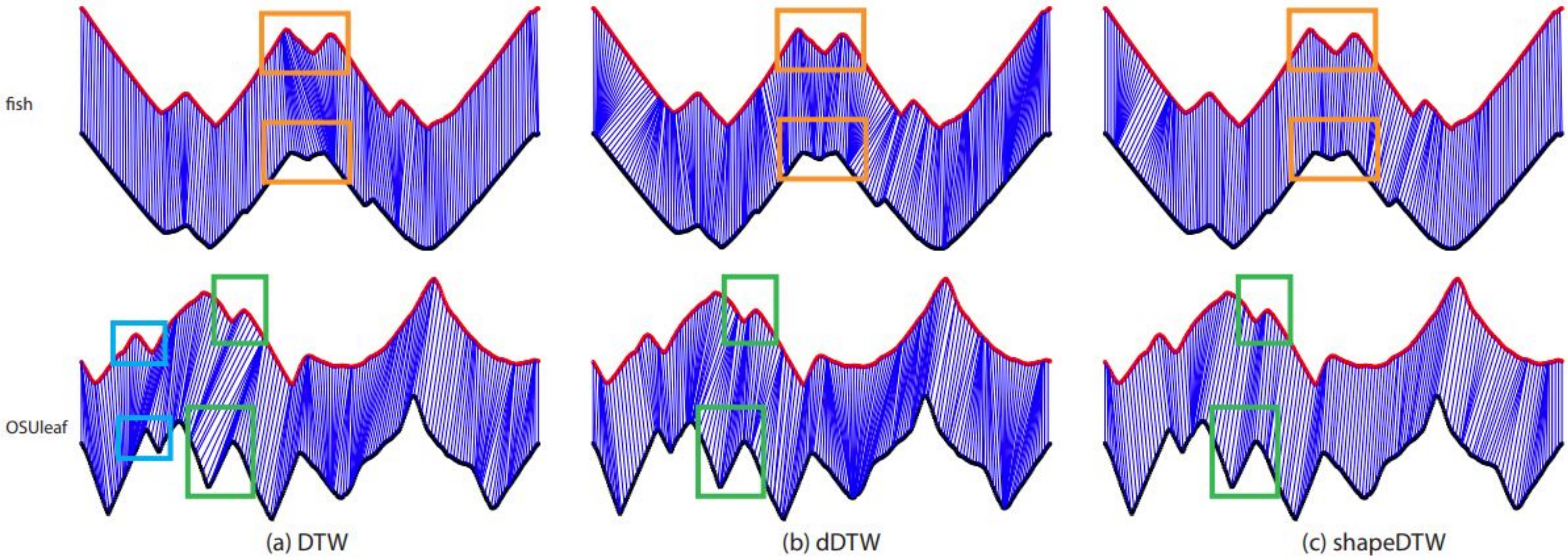
ShapeDTW

Extrai descritores de *shape* e os alinha com DTW



Zhao, J., & Itti, L. (2018). shapeDTW: Shape dynamic time warping. Pattern Recognition, 74, 171-184.

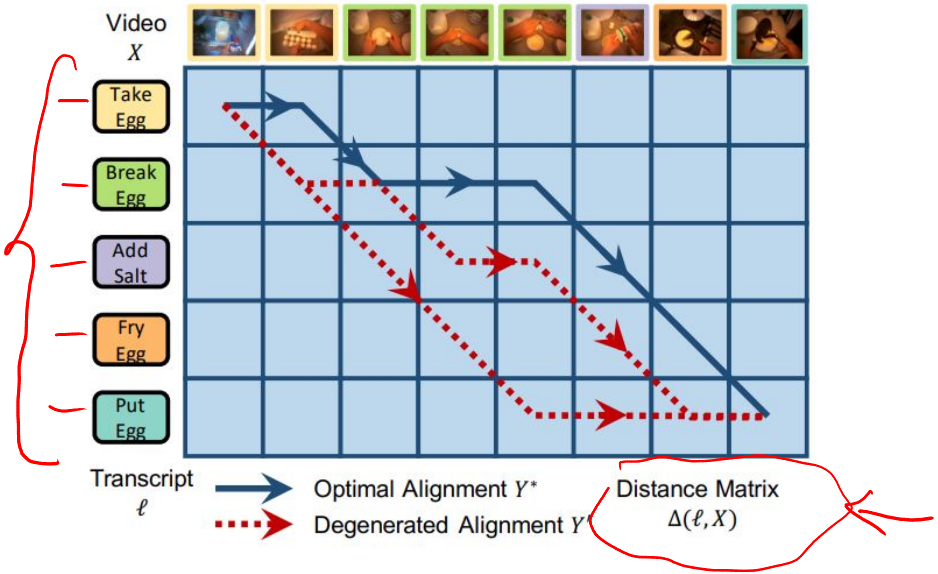
ShapeDTW



Zhao, J., & Itti, L. (2018). shapeDTW: Shape dynamic time warping. Pattern Recognition, 74, 171-184.

D3TW

um exemplo de matriz de custo que não tem nada a ver com distância



Chang, C. Y., Huang, D. A., Sui, Y., Fei-Fei, L., & Niebles, J. C. (2019). D3tw: Discriminative differentiable dynamic time warping for weakly supervised action alignment and segmentation. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 3546-3555).

Derivative DTW

Para não dizer que não fizemos nada aqui, façam um exercício

- Utilizem o notebook de alinhamento que vocês fizeram
- Criem um método para calcular a derivativa (DDTW)
- Alinhem as séries
- Plotem o resultado e comparem com a DTW padrão

$$D_x[q] = \frac{(q_i - q_{i-1}) + (q_{i+1} - (q_{i-1}))/2}{2}$$

Keogh, E. J., & Pazzani, M. J. (2001, April). Derivative dynamic time warping. In Proceedings of the 2001 SIAM international conference on data mining (pp. 1-11). Society for Industrial and Applied Mathematics.